

**Electrical contact of semi-conductive layer of HV cable****Publication number:** DE29880161U**Publication date:** 2000-12-21**Inventor:****Applicant:** ABB AB VAESTERAS (SE)**Classification:**

**- International:** *H01R4/48; H01R4/64; H02K3/40; H01R4/48; H01R4/64; H02K3/32; (IPC1-7): H02K3/40; H01B1/24; H01F27/28; H01R4/48; H01R4/64*

**- european:** H01R4/48H2; H01R4/64D; H02K3/40

**Application number:** DE19982080161U 19981130

**Priority number(s):** WO1998EP07725 19981130; GB19970025322 19971128

**Also published as:**

WO9929018 (A1)

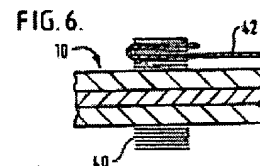
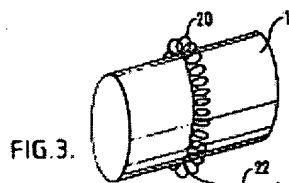
GB2331869 (A)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE29880161U

Abstract of corresponding document: **GB2331869**

An electrical conductor for high-voltage (10kV-800kV) windings comprises a central electrically conductive core and an outer semiconducting layer. A contacting device 20 comprising a resilient metallic spring member contacts the outer layer for grounding purposes. Alternatively, a single contacting device in the form of an elongate helical spring 40 may contact a plurality of turns of a wound conductor 10.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 298 80 161 U 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 K 3/40**  
H 01 R 4/64  
H 01 R 4/48  
H 01 B 1/24  
H 01 F 27/28

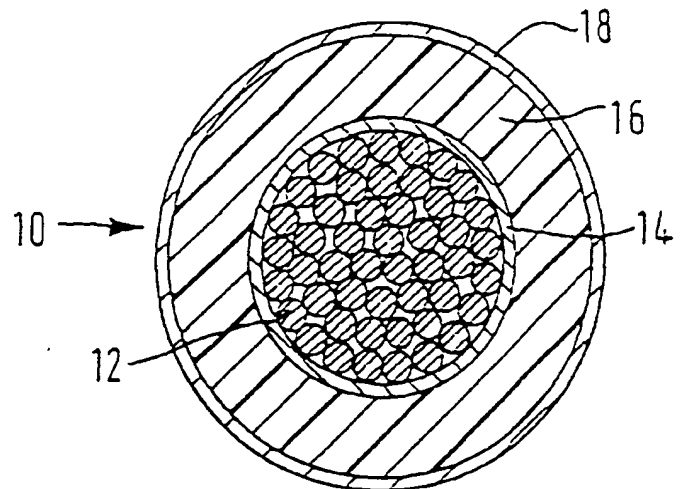
②1 Aktenzeichen: 298 80 161.2  
②2 Anmeldetag: 30. 11. 1998  
②6 PCT-Aktenzeichen: PCT/EP98/07725  
②7 PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/29018  
②6 PCT-Anmeldetag: 30. 11. 1998  
②7 PCT-Veröffentlichungstag: 10. 6. 1999  
④7 Eintragungstag: 21. 12. 2000  
④3 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 25. 1. 2001

**DE 298 80 161 U 1**

③0 Unionspriorität:  
9725322 28. 11. 1997 GB  
  
⑦3 Inhaber:  
ABB AB, Västerås, SE  
  
⑦A Vertreter:  
Hansmann & Vogeser, 65929 Frankfurt

⑤4 **Isolierter elektrischer Leiter**

⑤7 Elektrischer Leiter, vorzugsweise für Hochspannungswicklungen, mit einer zentralen Leiteranordnung und einer äußeren halbleitenden Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kontaktvorrichtung die äußere Schicht (18) kontaktiert, wobei die mindestens eine Kontaktvorrichtung ein elastisches metallisches Federglied (20, 30, 40) enthält.



**DE 298 80 161 U 1**

23.05.00

PCT/EP98/07725 ✓  
WO 99/29018 ✓

1

05.05.2000  
22934 G/Pi

2x/dpctgm; f005n

4

ABB AB  
S-721 83 Västerås/Schweden

### Isolierter elektrischer Leiter

6 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen isolierten  
elektrischen Leiter. Genauer gesagt, bezieht sich die Erfin-  
8 dung auf einen isolierten Leiter zur Verwendung in Hochspan-  
nungswicklungen, welcher Leiter eine äußere Schicht aus lei-  
10 tendem oder zumindest halbleitendem Material hat, die zu Er-  
dungszwecken kontaktiert ist. Der Leiter ist bestimmt für  
12 große Motoren, Generatoren und Transformatoren für Spannun-  
gen von mehr als 10 kV, insbesondere von mehr als 36 kV und  
14 vorzugsweise von mehr als 72,5 kV bis zu sehr hohen Übertra-  
gungsspannungen von beispielsweise 400 kV bis 800 kV oder  
16 höher.

Ein besonderer Leiter, der im Rahmen der Erfindung verwendet  
18 werden kann, ist in Figur 1 im Querschnitt gezeigt. Der Lei-  
ter 10 enthält Einzelleiter 12 (Litze), beispielsweise aus  
20 Kupfer, von denen die Mehrheit isoliert ist. Der Leiter ist  
von einer ersten leitenden Schicht 14 umgeben. Eine Isola-  
22 tionsschicht 16, zum Beispiel aus vernetztem Polyethylen  
(XLPE), umgibt die erste leitende Schicht 14 und ist ihrer-  
24 seits von einer zweiten leitenden Schicht 18 umgeben.

23.08.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

2

05.05.2000  
22934 G/Pi

2 Während die Schichten 14, 18 als "leitend" beschrieben sind,  
4 bestehen sie in der Praxis aus einem Basispolymer, welches mit  
6 Ruß oder metallischen Partikeln gemischt ist. Die Schichten  
8 haben einen spezifischen Durchgangswiderstand zwischen 1 und  
10  $10^5$  Ohm·cm, vorzugsweise zwischen 10 und 500 Ohm·cm. Zu ge-  
12 eigneten Basispolymeren für die Schichten 14, 18 (und für die  
14 Schicht 16) gehören Ethylen-Vinyl-Acetat-Copolymer/Nitril-  
16 gummi, butyl-aufgepropftes Polyethylen, Ethylen-Butyl-Acrylat-  
18 Copolymer, Ethylen-Ethyl-Akrylat-Copolymer, Ethylen-  
20 Propengummi, Polyethylene geringer Dichte, Polybutylen,  
22 Polymethyl-Penten und Ethylen-Acrylat-Copolymer.

24 Die erste leitende Schicht 14 ist fest mit der Isolations-  
26 schicht 16 über die gesamte angrenzende Fläche verbunden. In  
28 gleicher oder ähnlicher Weise ist die zweite leitende  
30 Schicht 18 fest mit der Isolationsschicht 16 über die ge-  
32 samte angrenzende Fläche verbunden. Die Schichten 14 bis 18  
bilden ein festes Isolationssystem und werden zweckmäßiger-  
weise zusammen um das Paket aus Einzelleitern 12 extrudiert.

Obwohl die spezifische elektrische Leitfähigkeit der ersten  
leitenden Schicht 14 kleiner ist als die spezifische elek-  
trische Leitfähigkeit der elektrisch leitenden Einzelleiter  
12, ist die spezifische elektrische Leitfähigkeit noch aus-  
reichend, um das Potential über die Oberfläche der ersten  
leitenden Schicht auszugleichen. Folglich ist das elektri-  
sche Feld gleichmäßig über den Umfang der Isolationsschicht  
16 verteilt, so daß die Gefahr lokaler Feldkonzentrationen  
und Glimmentladungen minimiert ist.

Das Potential der zweiten leitenden Schicht 18, welches Null  
betragen sollte oder gleich dem Erdpotential sein sollte,  
wird auf diesen Wert durch die spezifische elektrische Leit-  
fähigkeit der Schicht ausgeglichen. Gleichzeitig hat die  
leitende Schicht 18 einen ausreichenden spezifischen Wider-

stand, um das elektrische Feld einzuschließen. Mit Rücksicht  
2 auf diesen spezifischen Widerstand ist es wünschenswert, die  
leitende polymere Schicht in Abständen in ihrer Längsrich-  
4 tung zu erden.

Ein Problem bei der Herstellung eines elektrischen Kontaktes  
6 mit Polymerschichten besteht darin, daß diese sich bei Be-  
nutzung, bedingt durch ihren hohen thermischen Ausdehnungs-  
8 koeffizienten, ausdehnen und daß das Material unter mecha-  
nischer Belastung auch kriecht.

Es ist ein Ziel der Erfindung, die zweite leitende Schicht  
10 durch Anbringung einer geeigneten Kontaktvorrichtung im we-  
12 sentlichen auf Erdpotential zu halten.

Entsprechend sieht die vorliegende Erfindung einen elektri-  
14 schen Leiter für Hochspannungswicklungen vor mit einer zen-  
tralen Leiteranordnung und einer äußeren halbleitenden  
16 Schicht, welcher Leiter dadurch gekennzeichnet ist, daß min-  
destens eine Kontaktvorrichtung die äußere Schicht kontak-  
18 tiert, wobei die mindestens eine Kontaktvorrichtung ein ela-  
stisches metallisches Federglied enthält.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform enthält die zentrale  
20 Leiteranordnung einen einzigen Leiter oder mehrere Einzel-  
22 leiter aus Draht, und die Leiteranordnung ist ihrerseits von  
einer inneren Schicht umgeben, die eine geringere spezifi-  
24 sche elektrische Leitfähigkeit hat als der Draht, welche  
Schicht ihrerseits von einer elektrisch isolierenden Schicht  
26 umgeben ist, die ihrerseits von der äußeren Schicht umgeben  
ist, die vorzugsweise eine höhere spezifische elektrische  
28 Leitfähigkeit hat als die Isolationsschicht.

Vorzugsweise besteht das Federglied aus einem mit einem  
30 Überzug versehenen Metall. Das Material des Überzugs kann

ein Edelmetall sein, wie zum Beispiel Silber, Gold oder Platin, um der Korrossion zu widerstehen. Das mit einem Überzug versehenen Metall kann jedes Metal oder jede Legierung mit einer geeigneter Zugfestigkeit sein.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gehört zu dem Federglied eine Schraubenfeder, welche die äußere Schicht einer oder mehrerer Leiter derart umgibt, daß in dem Federglied eine Spannung entsteht, durch welche die Feder gegen die äußere Schicht gedrückt wird. Zweckmäßigerweise bildet das Federglied bei dieser Ausführungsform eine endlose Schleife.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist das Federglied langgestreckt, und es ist eine Einrichtung vorgesehen, durch welche das Federglied gegen die äußere Schicht gedrückt wird.

Vorzugsweise besteht die äußere Schicht des Leiters aus einem Polymer, das mit Ruß gemischt ist. Eine Vielzahl von Kontaktvorrichtungen kann in Abständen längs des Leiters für Erdungszwecke vorgesehen sein.

Die Kontaktvorrichtung gemäß der Erfindung stellt eine große Kontaktfläche mit der äußeren Schicht des Leiters her und vermeidet daher lokale Erhitzungen der Schicht. Da die Vorrichtung elastisch ist, bleibt die Kontaktkraft zwischen der Vorrichtung und dem Leiter während der gesamten Lebensdauer des Leiters erhalten trotz thermischer Ausdehnung und Zusammenziehung des Leiters, die durch ohmsche Verluste bedingt auftreten, und die Vorrichtung wird mitgenommen, wenn die äußere Schicht gegenüber der zentralen Leiteranordnung kriecht.

23.08.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

5

05.05.2000  
22934 G/Pi

2 Ausführungsformen der Erfindung werden nun beispielhaft unter Bezug auf die beigefügten Figuren beschrieben, in denen

4 Figur 1 eine Querschnittsansicht eines Leiters gemäß der Erfindung zeigt, jedoch nicht die Kontaktvorrichtung,

6 Figur 2 eine Seitenansicht einer Kontaktvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt,

8 Figur 3 die Kontaktvorrichtung der Figur 2 im auf dem Leiter montierten Zustand zeigt,

10 Figur 4 eine schematische Schnittansicht geerdeter Leiter gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt,

14 Figur 5 eine perspektivische Ansicht einer Kontaktvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt, und

16 Figur 6 die Kontaktvorrichtung der Figur 5 im auf einem Leiter montierten Zustand zeigt.

18 Figur 2 zeigt eine Kontaktvorrichtung 20 in Gestalt einer endlosen im allgemeinen kreisförmigen Schleife eines schraubenförmig gewickelten Drahtes. Bei diesem Ausführungsbeispiel besteht die Vorrichtung 20 aus einer Kupferlegierung, 22 die mit Silber überzogen ist.

24 Figur 3 zeigt die Vorrichtung 20 im montierten Zustand auf dem Leiter 10. Der innere Durchmesser der Kontaktvorrichtung 20 ist im unbelasteten Zustand kleiner als der äußere Durchmesser des Leiters 10. Wenn daher die Kontaktvorrichtung 20 um den Leiter angebracht ist, ist sie derart gespannt, daß 26 sie die äußere Schicht 18 des Leiters mit jeder Windung der Schraubenfeder innig kontaktiert. Hierdurch wird ein guter 28

23.08.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

6

05.05.2000  
22934 G/Pi

2 elektrischer Kontakt zwischen der äußeren Schicht 18 und der  
Kontaktvorrichtung 20 sichergestellt. Ein Erdungsdraht 22,  
4 dessen eines Ende an die Erdungsvorrichtung angelötet oder  
in andere Weise an ihr kontaktbildend befestigt ist, ist mit  
seinem anderen Ende an Erde angeschlossen.

6 Figur 4 zeigt eine alternative Kontaktvorrichtung 30 in Ge-  
stalt einer langgestreckten Schraubenfeder. Diese Ausführung  
8 ist geeignet zur Erdung einer Anzahl von Windungen 32 eines  
zur Spule gewickelten Leiters, beispielsweise in einer ro-  
10 tierenden Maschine oder in einem Transformator. Die Vorrich-  
tung 30 steht unter Anpreßdruck zwischen einem flachen Glied  
12 34, welches ein Teil eines Gehäuses sein kann, und den Lei-  
terwindungen 32. Die Vorrichtung 30 besteht zweckmäßiger-  
14 weise aus einer silberüberzogenen Kupfer-Berilliumlegierung.

Figur 5 zeigt eine andere alternative Kontaktvorrichtung 40  
16 in Gestalt einer "Uhrfeder" (Spirale). Die Kontakt-  
vorrichtung 40 hat im ungespannten Zustand einen inneren  
18 Durchmesser, der kleiner ist als der äußere Durchmesser des  
Leiters 10.

20 Figur 6 zeigt die Vorrichtung 40 in ihrem auf dem Leiter 10  
montierten Zustand, der entweder erreicht werden kann durch  
22 Wickeln der Vorrichtung 40 um den Leiter oder durch Auf-  
schieben über das Ende des Leiters. Um den elektrischen Kon-  
24 takt zwischen der Vorrichtung 40 und der äußeren Schicht zu  
verbessern, sollte letztere vor Aufbringung der Kontaktvor-  
26 richtung 40 mit einer Silberfarbe bestrichen werden. Der Er-  
dungsdraht 42 ist zwischen zwei benachbarte Windungen der  
28 Kontaktvorrichtung 40 in einer besonders praktischen Weise  
eingefaltet. Diese Ausführungsform der Kontaktvorrichtung  
30 erfordert wenig Raum und kann auf dem Leiter (bei dem es  
sich um einen Supraleiter handeln kann) unabhängig von ande-  
32 ren Konstruktionselementen aufgebracht werden.



23.06.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

7

05.05.2000  
22934 G/Pi

Die elektrische Isolation eines elektrischen Leiters gemäß  
2 der Erfindung ist für sehr hohe Spannungen, zum Beispiel bis  
zu 800 kV und höher, bestimmt und ist imstande, den bei die-  
4 sen Spannungen auftreten elektrischen und thermischen Bela-  
stungen standzuhalten. Beispielsweise können die elektri-  
6 schen Leiter gemäß der Erfindung für Wicklungen von Lei-  
stungstransformatoren verwendet werden, die eine Leistung von  
8 einigen hundert kVA und darüber hinaus bis über 1000 MVA ha-  
ben bei Nennspannungen von 3 bis 4 kV bis zu sehr hohen  
10 Übertragungsspannungen von 400 bis 800 kV und mehr. Bei ho-  
hen Betriebsspannungen bilden Glimmentladungen oder PD (PD =  
12 partial discharge) bei bekannte Isolationssysteme ein ern-  
stes Problem. Wenn in der Isolation Hohlräume oder Poren  
14 vorhanden sind, können innere Glimmentladungen auftreten,  
durch die das Isolationsmaterial allmählich erodiert wird  
16 und es schließlich zu Durchschlägen durch die Isolation  
kommt. Die elektrische Belastung der elektrischen Isolation,  
18 die bei einem elektrischen Leiter gemäß der vorliegenden Er-  
findung verwendet wird, ist dadurch vermindert, daß sicher-  
20 gestellt ist, daß die innere Schicht aus (halb)leitendem Ma-  
terial des Isolationssystems im wesentlichen auf dem glei-  
22 chen elektrischen Potential wie die Leiter der zentralen  
Leiteranordnung liegt, die von der inneren Schicht umgeben  
24 ist, und die (halb)leitende äußere Schicht auf einem kon-  
trollierten (gesteuerten) Potential liegt, wie zum Beispiel  
26 dem Erdpotential. Dadurch ist das elektrische Feld in der  
elektrisch isolierenden Schicht zwischen der inneren und äu-  
28 ßeren Schicht im wesentlichen gleichmäßig über die Dicke der  
Zwischenschicht verteilt. Durch Verwendung von Materialien  
30 mit gleichen oder ähnlichen thermischen Eigenschaften und  
mit geringen Defekten in den Schichten des Isolationssystems  
32 wird die Möglichkeit von Glimmentladungen bei gegebener Be-  
triebsspannung reduziert. Der elektrische Leiter kann somit  
34 zur Bewältigung sehr hoher Betriebsspannungen, typi-  
scherweise bis zu 800 kV und mehr, ausgelegt werden.

23.05.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

1

06.05.2000  
22934 G/Pi

2

Zur Eintragung bestimmte Schutzansprüche

1. Elektrischer Leiter, vorzugsweise für Hochspannungswick-  
lungen, mit einer zentralen Leiteranordnung und einer äußere-  
ren halbleitenden Schicht, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß mindestens eine Kontaktvorrichtung die  
äußere Schicht (18) kontaktiert, wobei die mindestens eine  
Kontaktvorrichtung ein elastisches metallisches Federglied  
(20,30,40) enthält.

2. Elektrischer Leiter nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß die zentrale Leiteranord-  
nung aus einem einzigen Leiter oder mehreren Einzelleitern  
(12) aus Draht besteht, welche Leiteranordnung nacheinander  
umgeben ist von einer inneren Schicht (14), die eine ge-  
ringere spezifische elektrische Leitfähigkeit als der ge-  
nannte Draht hat, dann von einer elektrischen Isolations-  
schicht (16) und dann von der äußeren halbleitenden Schicht  
(18).

3. Elektrischer Leiter nach Anspruch 1 oder 2, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die äußere  
Schicht mindestens ein Polymer ist, Ruß enthält und einen  
spezifischen Durchgangswiderstand zwischen 1 und  $10^5$  Ohm·cm  
hat.

4. Leiter nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß der spezifische Widerstand der äußeren  
halbleitenden Schicht zwischen 10 und 500 Ohm·cm liegt.

5. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Feder-  
glied die äußere Schicht (18) des Leiters (10) derart um-  
gibt, daß in dem Federglied Spannung entsteht, um das Feder-  
glied gegen die äußere Schicht zu drücken.

23.05.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

2

06.05.2000  
22934 G/Pi

2 6. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
4 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Leiter (10)  
zu einer Vielzahl von Windungen gewickelt ist und das Feder-  
glied (30) in Kontakt mit den genannten Windungen gedrückt  
ist.

6 7. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
8 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Federglied  
(20,30) eine Schraubenfeder enthält.

10 8. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Federglied die Gestalt  
einer Spiralfeder (40) hat.

12 9. Leiter nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n -  
14 z e i c h n e t, daß der Erdungsdraht (42) zwischen minde-  
stens zwei Windungen der Spiralfeder (40) eingefaltet ist.

16 10. Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Federglied (20) eine  
endlose Schleife bildet.

18 11. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
20 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine Vielzahl  
von Kontaktvorrichtungen vorhanden ist, die längs des Lei-  
ters (10) mit Abstand voneinander angebracht sind.

22 12. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
24 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das oder jedes  
Federglied aus einem überzogenen Metall besteht.

26 13. Leiter nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß der Überzug aus Silber, Gold oder Pla-  
tin besteht.

23.05.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

3

06.05.2000  
22934 G/Pi

14. Leiter nach Anspruch 12 oder 13, d a d u r c h g e -  
2 k e n n z e i c h n e t, daß das überzogene Metall Kupfer  
oder eine Kupferlegierung ist.
- 4 15. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die elek-  
6 trisch leitende Anordnung und die äußere halbleitende  
Schicht (18) für hohe Spannungen ausgelegt sind,  
8 zweckmäßigerweise für über 10 kV, insbesondere für über 36  
kV und vorzugsweise für mehr als 72,5 kV und für sehr hohe  
10 Übertragungsspannungen, wie zum Beispiel von 400 kV bis 800  
kV und höher.
- 12 16. Leiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die elek-  
14 trisch leitende Anordnung und die äußere halbleitende  
Schicht (18) für einen Leistungsbereich von über 0,5 MVA,  
16 vorzugsweise von über 30 MVA und bis zu 1000 MVA ausgelegt  
sind.

23.06.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

1 / 2

06.05.2000  
22934 G/Pi

FIG.1.

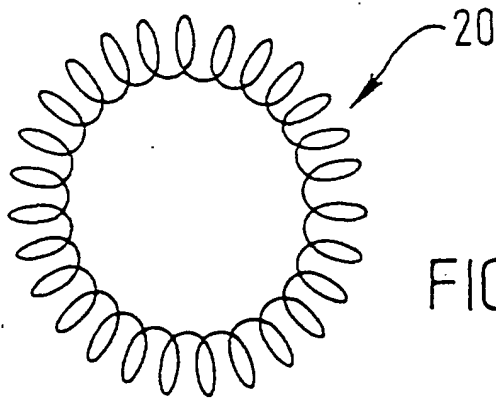
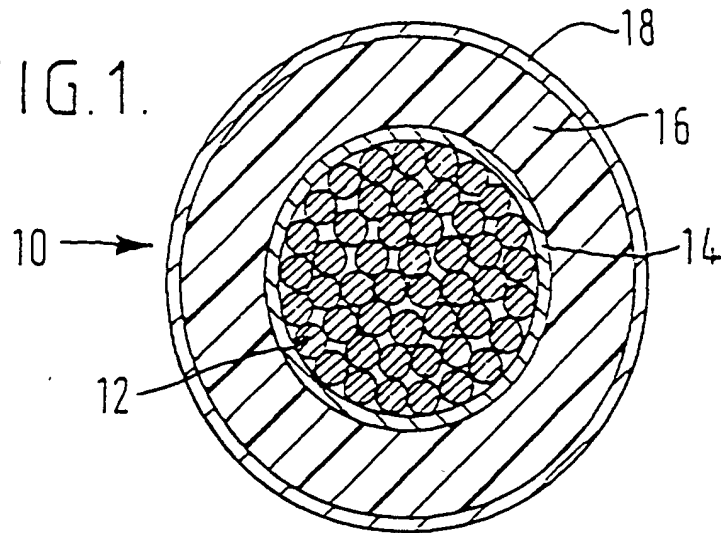
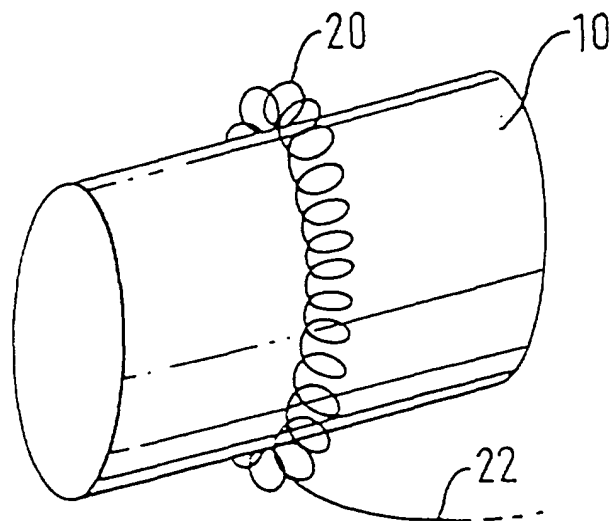


FIG.2.

FIG.3.



23.08.00

PCT/EP98/07725  
WO 99/29018

2 / 2

06.05.2000  
22934 G/Pi

FIG. 4.

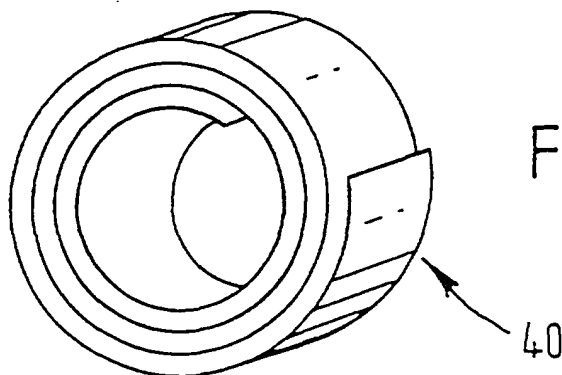
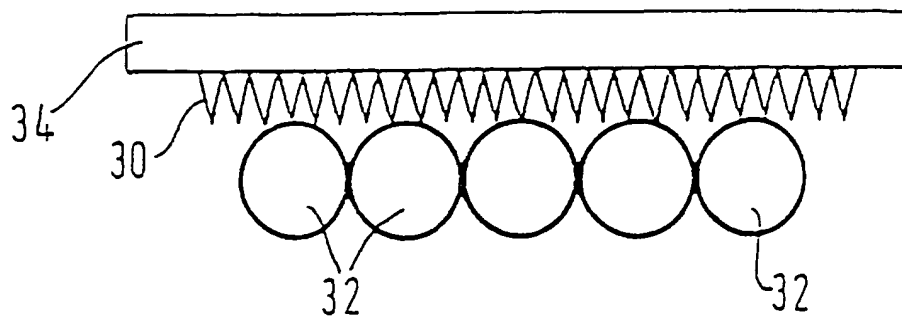


FIG. 5.

FIG. 6.

